交互方式与性别差异对旅游增强现实用户体验的影响研究*

王嘉琪 陈嫣 杭璐
江南大学设计学院 无锡 214122

摘 要：[目的/意义]通过分析交互方式与性别差异对游客使用移动增强现实旅游产品的情绪体验和可用性影响，为旅游增强现实应用设计优化提供依据。[方法/过程]具体结合户外实验研究与质性访谈方法，邀请游客使用触摸交互、空中手势交互和基于设备交互三种增强现实常见的交互方式完成对象选择任务，考察男女参与者对不同交互方式的可用性评价和 PAD 三维情绪体验。[结果/结论]在移动增强现实设备中，交互方式对可用性和情绪体验存在显著影响，其中触摸交互的可用性体验最好，诱发愉悦度和支配度最强；空中手势交互激活度水平最高；接触式交互更符合游客的可用性和情绪体验需求；使用者性别对可用性和情绪水平的影响均无显著差异。

关键词：移动增强现实 交互方式 情绪体验 可用性 情绪测量
分类号：TB472
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2021.17.012

国家旅游局在《关于促进智慧旅游发展的指导意见》中强调，应有序推进智慧旅游公共服务体系建设；《"十三五"国家科技创新规划》也指出，要继续推动增强现实等技术的基础研发和前沿布局；国家政策与产业转型升级同步发力，叠加中国显著的制度优势、巨大的内需市场等，使得信息化、智能化旅游产品行业展现出强大的成长潜力。移动增强现实(Mobile Augmented Reality，简称 MAR)作为推动智慧旅游发展的重要技术，在增强城市景观、古迹重建、景区导航游戏和餐饮等多个旅游应用领域潜力巨大[1]；然而从用户体验角度来看，国内的旅游增强现实研究多集中于技术实现层面，研究维度比较单一，亟待学术界关注和解决；其中，交互方式是游客与产品互动过程中的关键要素，直接影响旅行者对旅游环境的感知[2]；增强现实交互方式在旅游者认知与旅游体验形成中发挥重要作用[3]，对认知过程中与信息加工有关的感知、注意及记忆等过程有着较大影响，因此探究旅游增强现实产品的交互方式具有重要意义。目前关于增强现实交互方式的研究，主要侧重于技术创新和可用性评估[4-5]，尚缺乏对用户的情绪体验等维度进行测量，也较少针对具体旅游场景展开实证。因此，本研究旨在运用实验心理学方法，探讨交互方式与性别差异对增强现实中游客情绪与可用性体验的影响，最终改善增强现实用户体验，同时为后续旅游产品设计实践和相关研究提供参考。

1 相关研究述评

增强现实交互方式是帮助用户以直观方式与虚拟内容交互[6]的人机交互技术；从 2D 用户界面，如键盘、鼠标和触摸交互，到 3D 多通道界面，如手柄、语音和手势[7]等。目前学术界和业界已提出的增强现实交互设计策略包括快速响应、减少动作和提供反馈[8]；减少认知和体力负荷、保证用户满意度、可学习性、功能可见性和具有容错性[9]；设计直观、熟悉和简单的交互过程[10]；提供视觉提示和避免手势重复[11]等。这些策略主要集中于普遍的可用性和效率问题，缺乏对旅游场景的针对性探讨，导致旅游产品缺少具体有效的可用性指导策略，因此探索旅游场景下增强现实交互设计的可用性体验十分必要。

情绪是影响游客学习和使用移动增强现实态度的重要因素[12]。情绪体验作为用户体验的重要组成部分，直接影响用户满意度，并引导用户决策和行为[13]。在旅游增强现实产品交互设计中探讨情绪因素，不仅

* 本文系江苏省社会科学基金项目"情绪诱发法在产品交互体验设计中的应用研究"(项目编号：17YSB020)和江苏省研究生实践创新计划项目"基于增强现实技术的智慧旅游科技产品交互设计研究"(项目编号：SJCX20_0796 2020)研究成果之一。
作者简介：王嘉琪(ORCID：0000-0002-3916-7794)，硕士研究生；陈嫣(ORCID：0000-0001-8617-9010)，副教授，通讯作者，E-mail：1065625982@qq.com；杭璐(ORCID：0000-0002-9905-103X)，硕士研究生。
收稿日期：2021-01-11 修回日期：2021-05-26 本文起止页码：117-130 本文责任编辑：杜杏叶

有利于实现旅游产品的个性化供给，提高景区管理和运营的智慧化水平，而且有助于提升旅游者对景区的认同感，进一步激发游客的重游及推荐意愿。目前国内外学者针对旅游增强现实产品情绪体验的相关研究较少，主要集中在用户技术接受度和可用性等方面。如方微等构建出基于技术接受模型和三维情绪理论的整合模型[14]，认为愉悦度和支配度对游客增强现实的使用态度和使用意愿产生影响；B. Stangl 等认为输入方式等可用性要素影响旅游增强现实产品情绪体验[15]，S. A. I. A. Shukri 等提出增强现实产品可用性要素与三维情绪状态相结合的设计策略[16]等。然而，针对增强现实交互方式对游客情绪体验的影响机制这一关键问题，尚缺少精确的量化研究和设计建议。

游客个体特征如性别存在差异，导致认知理解机制不同，将直接影响旅游场景中的用户体验。首先，性别差异直接导致参与者的情绪体验不同。已有研究普遍认为男性对新技术态度更积极，但最新研究表明，增强现实引发女性参与者较多的积极情绪，而男性会感到更多无聊、沮丧和不愉快等负面情绪[17]；其次，性别对可用性体验有明显影响。E. Ibili 等提出增强现实用户的性别差异对其主观可用性和认知负荷有重要影响[18]；最后，性别差异导致公共空间内的用户体验差别。通常来说，女性旅行者在公共空间中，容易感到更强烈的恐惧和不适[19]，且行为更受限制[20]，但 R. Potts 等通过研究指出，在户外增强现实产品使用过程中，性别对公共空间中的用户体验影响小[21]。由于性别差异对增强现实用户体验的影响，在上述研究中仍没有得到一致结论，因此本研究选择性别这一重要因素，探讨其对游客情绪及可用性体验的影响。

2 研究假设的提出

2.1 移动增强现实交互方式

增强现实主要可分为头戴式、手持式和空间式[22]，本文所指移动增强现实是指基于手持式手机设备的增强现实。在移动增强现实中，常用交互方式包括：触摸交互（Touch-based Interaction，简称 TBI）、基于设备交互（Device-based Interaction，简称 DBI）和空中手势交互（Mid-air Gestures-based Interaction，简称 MBI）[23]。除此之外，直接对现实中的物体进行操作（Tangible User Interaction，简称 TUI）也是常见的操作方式，但由于不匹配景区移动增强现实应用程序需求[7]，本研究没有考虑在内。触摸交互是指用户用手指直接与屏幕上的物体进行交互[23]。它是一种基于屏幕的标准交互，与传统触摸方式相同。在增强现实中，一般通过单点触摸[5]、多点触摸[23]两种操作方式完成点击、旋转、缩放等不同任务。目前的旅游增强现实应用主要选择触摸方式进行人机交互。

空中手势交互比较匹配自然交互方式，具体是指通过摄像头识别手势操作，与虚拟信息进行交互，其交互空间主要位于设备周围的三维空间[24]中。空中手势交互有多种实现方式，包括单指尖标记跟踪、无标记三维手骨架跟踪等[25]。目前有多种手势交互方式；其中，捏手势是指用户将食指和拇指捏在一起以触发动作，是目前最常用[26]的一种，因此本研究选择捏手势作为手势动作开展研究。

基于设备交互是指在交互中利用相机作为输入通道来瞄准信息，用户主要通过改变手持设备的方向和位置与虚拟对象交互[27]。基于设备的操作方式有许多，如 AR-Jenga 让用户触摸屏幕任意位置时能够通过虚拟棒选中物体；Homer-S 让用户点击屏幕后，通过改变设备位置来移动、旋转虚拟物体等。本课题参考已有研究[28]，通过在屏幕中央显示一个十字准星，引导用户移动准星对准所选物体，再点击屏幕任意位置选中物体。

上述交互方式示意见图 1。大量研究表明，这 3 种不同交互方式优势不尽相同，使用者所需能力也存在差异。触摸交互的优势在于更易于用户使用[29]，主要依赖于用户的手眼协调和用手操作物体的能力[28]；空中手势操作更能减轻用户的认知负担[30]，有助于用户感受到平静愉快或一般愉快情绪[31]，不足在于需要较大操作动作幅度和体力支持[30]，手势识别技术准确度不高，自由度大，模糊性较高；基于设备交互的用户参与度更好[29]，需要借助使用者的精细运动能力[29]和空间理解能力[28]完成操作。已有研究对不同交互方式的用户体验有初步结论，但旅游场景具有特殊性，目前针对旅游情境的相关结论并不明确，对 3 种操作方式如何影响情绪体验也缺乏比较研究，因此根据上述研究结论，本研究提出如下假设。

假设 1（H1）：交互方式变化对游客移动增强现实可用性体验影响存在显著差异。

假设 2（H2）：交互方式变化对游客移动增强现实情绪体验影响存在显著差异。

常见的交互方式通常被分为非接触式交互（Touchless Interaction）和接触式交互（Touch Interaction）两类[32]。非接触式交互是指用户在距离系统表面不同范围内进行交互，可自由移动且无触觉反馈；而

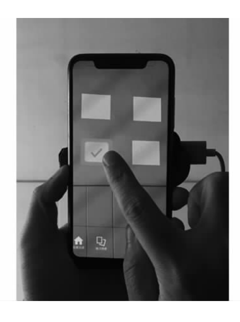





图 1　不同交互方式(从左至右为触摸交互、空中手势交互(正面)、空中手势交互(侧面)、基于设备交互)

接触式交互需要与能触摸的表面接近,移动受到被触摸表面形状和属性限制且有触觉反馈。本研究选择增强现实 3 种交互方式作为实验自变量,其中,触摸交互和基于设备交互方式同属于接触式交互,空中手势交互方式属于非接触式交互。已有评估研究发现,游客使用空中手势交互系统能获得可用性和愉快体验[33];同时考虑到相较于接触式交互,非接触式交互能给用户带来更好的沉浸感和直观、舒适、自然的交互体验,因此本研究提出第 3 个假设。

假设 3(H3):非接触式交互对游客移动增强现实体验的影响优于接触式交互。

2.2　性别差异

男性与女性在生理、认知与感知水平上的不同,会导致增强现实用户体验的差异。在个体生理特征上,触摸手势受到不同用户手指大小的影响,存在触屏手机的点击反应时、命中率差异[34],而空中手势交互效果更易受到男女手臂长度不同的影响[35];在认知水平上,不同性别的空间认知能力存在差异[36];在虚拟环境中,男女在注意力上也会存在差异,这些不同会直接导致任务绩效差别[37];在感知过程中,女性的计算机自我效能感更低[38],相反男性在主观评价和操作表现上具有优势。而自我效能感较低的用户会在信息技术的接纳性、评价和操作表现方面更弱[39]。基于以上研究,男女在多方面均有区别,本研究期望了解性别差异在增强现实体验中的影响,因此提出以下研究假设。

假设 4(H4):性别差异对游客移动增强现实可用性体验影响存在显著差异。

假设 5(H5):性别差异与交互方式对游客移动增强现实体验影响有显著交互作用。

男女性对可用性的不同感知和生理差异,会导致他们产生不同的情绪体验。相比男性,可用性对女性用户的情绪反应有更大影响[40],已有研究表明,女性更容易感受到使用增强现实的积极情绪,这一结果可能与易用性有关[17]。此外,女性比男性更频繁地体验到多种情绪且体验更强烈[41],因此本研究将性别列为重要因素,考察使用不同交互方式对男女参与者情绪体验上的影响,提出如下假设。

假设 6(H6):性别差异对游客移动增强现实情绪体验影响存在显著差异。

相比男性,女性情绪更具有不稳定性与依赖性,在情绪上容易受到暗示,更易受环境氛围的影响。不同性别的游客对民俗风情、古镇园林类等景点偏好有差异,而在自然风光等旅游景点的偏好上几乎无明显差异,均有较大兴趣[42]。基于上述研究,为避免景点环境对性别差异的影响,选取男女参与者同样偏好的地点,即自然风光类景点作为实验场地。

3　研究对象与方法

3.1　实验参与者

课题组在 2020 年 10 月至 12 月双休日期间,在宝界山景区随机招募对该测试感兴趣的游客;共招募 4 名游客参加了预实验,33 名游客参与了正式实验。实验结果剔除数据异常样本 3 份,最终有效样本 30 份,男女比例 1:1,年龄介于 18 - 32 之间,平均年龄 24.6 周岁(SD = 4.004),受教育程度均为本科及以上,具体分布如表 1 所示。所有参与者在学习任务和完成实验方面没有任何困难,均未参加过增强现实实验,矫正视力正常,均为右利手,3 名参与者自我报告体验过增强现实应用。

表 1　参与者样本分布

统计口径		数量	百分比/%
性别	男	15	50
	女	15	50
年龄	20 及以下	7	23
	21 - 25	10	33
	26 - 30	11	37
	31 - 35	2	7
受教育水平	本科生	22	73
	研究生及以上	8	27

3.2　实验设计

本研究采用了 3x2 双因素混合实验设计,两个自

变量分别是交互方式和性别,其中交互方式有 3 个水平,分别是触摸交互、空中手势交互、基于设备交互;性别有 2 个水平,分别对应男、女;情绪和可用性体验作为实验因变量。将 30 名参与者按照男、女进行分组,每组 15 人,性别为组间因素。为了平衡近因效应,实验材料采用拉丁方设计顺序呈现,使交互方式在任意行或任意列仅出现一次,确保每种交互方式的出现顺序按照相同的概率平均分布,具体顺序如表 2 所示。每位参与者依次体验准备好的实验材料,交互方式为组内因素。

表 2 实验任务顺序设计

轮换编号	三种输入方式(A:触摸交互,B:空中手势交互,C:基于设备交互)		
	任务 1	任务 2	任务 3
R1(S1-S10)	C	B	A
R2(S11-S20)	A	C	B
R3(S21-S30)	B	A	C

3.3 实验任务与流程

正式实验任务设定为:对象选择任务,任务目标为打开菜单后从菜单中选择 1 个按钮。对象选择任务通常位于大多数其他操作和导航操作之前[43],也便于与之前的研究结果[5]相比较。在理想情况下,增强现实系统应该支持选择、平移、缩放、旋转、复制和撤销等多个标准操作,本研究中为了更好地对比不同交互方式,仅考察选择操作。

实验前,参与者进入练习环境自由操作,确认完全掌握 3 种互动方式后结束,此阶段时长约 5 分钟。每个正式实验任务前,参与者自由翻看选自中国情绪图片系统[44]的 20 张中性情绪图片册(愉悦度 5.27 ± 1.45,激活度 4.28 ± 1.91),直到自我感觉情绪平静,用时平均 30 秒左右,以缓解疲劳,降低差异延滞效应,之后参与者填写 PAD 量表测量情绪基线,研究人员做任务说明,并重新加载手机应用。进入正式实验后,参与者需要用手机逐个完成触摸交互、基于设备交互、空中手势交互的对象选择任务。每次任务结束后,立即后测情绪并记录满意度。正式测试约需 10 – 20 分钟。实验后辅以 5 分钟访谈并录音,以帮助解释定量研究结果,重点关注受访者对交互方式的偏好、情绪体验和原因,主要围绕 3 个问题进行:①您觉得 3 种交互方式好用吗;②在使用过程中分别遇到什么问题及其原因;③使用 3 种交互方式分别有什么感受或者心情。访谈结束后发放礼品。具体实验步骤如图 2 所示:

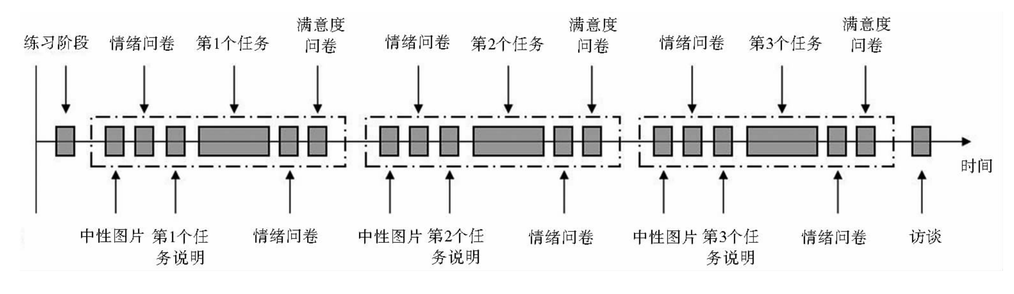


图 2 实验步骤

3.4 测量方法

(1)可用性评估。ISO 可用性指标[45]将可用性定义为用户在特定情境中使用系统、产品或服务达到有效性、高效和满意的特定目标的程度。根据不同的测量目标和研究环境,可采用不同评估标准,林一等学者使用 NASA TLX 任务负担指数量表进行测量[46];S. M. Ko 等使用了场景后问卷[8],D. Fiorino 等以成功率、任务完成时间和 ASQ 问卷等指标测量可用性[47],也采用过 SUS 问卷等。由于满意度与效率需要在测量用户体验时同时权衡[9],尤其主观满意度是非工作环境中评估系统的一个重要的可用性指标[48]。本研究选取可用性的传统评估指标,针对出错率、任务完成时间和主观满意度展开主观与客观全面评估,比较不同交互方式的可用性体验。测量指标体系如表 3 所示:

表 3 可用性测量指标

指标	一级指标	二级指标	具体解释
可用性	有效性	出错率	指出现无效点击的游客人数比率(出错人数/总人数)。交互:用户触摸目标按钮之外的范围是无效点击。空中手势交互:用户手指捏合处点击目标按钮之外的范围无效。基于设备交互:当用户点击时屏幕中央准星处于目标按钮之外同样无效
	效率	任务完成时间	指游客从点击第一个按钮开始,直到点击完成最后一个按钮。该指标不包括用户跟踪丢失与恢复跟踪期间花费的时间
	满意度	主观评分	采用 ASQ 场景后问卷

(2)情绪测量。采用中科院心理所修订的中文简化版 PAD 情绪量表[49],为 9 点量表,经检验有良好的信度和效度。该量表包括愉悦度、激活度与支配度 3 个维度,其中,P 为愉悦度,表示个体情绪状态的正负性;A 为激活度,表示个体神经生理的激活水平;D 为优势度,表示个体对情景和其他人的控制状态。根据这 3 个维度可以把情绪状态划分为 8 类:① +P+A+D,例如高兴的;② -P-A-D,例如无聊的;③ +P+A-D,例如依赖的;④ -P-A+D,例如蔑视的;⑤ +P-A+D,例如放松的;⑥ -P+A-D,例如焦虑的;⑦ +P-A-D,例如温顺的;⑧ -P+A+D,例如敌意的。每个维度有 4 个题项,共 12 个表示不同情绪状态的形容词进行测量,包括 Q1 愤怒的-感兴趣的;Q2 困倦的-清醒的;Q3 受控的-主控的;Q4 友好的-轻蔑的;Q5 平静的-兴奋的;Q6 支配的-顺从的;Q7 痛苦的-高兴的;Q8 感兴趣的-放松的;Q9 谦卑的-高傲的;Q10 兴奋的-激怒的;Q11 拘谨的-惊讶的;Q12 有影响力的-被影响的。计算方式为:愉悦度 $P=(Q1-Q4+Q7-Q10)/4$,激活度 $A=(-Q2+Q5-Q8+Q11)/4$,支配度 $D=(Q3-Q6+Q9-Q12)/4$。每个维度 4 个题项中,2 个题项为正向记分,2 个题项为反向记分,维度分数为 4 个题项得分平均数,评分越高,则表明愉悦度、激活度、支配度越高。目前常用的情绪测量方法包括自我报告法、自主神经系统测量、行为测量和脑测量等,测量方法包括 PANAS 正负性情绪量表、罗素环形情绪卡和 PAD 情绪量表等;而本研究选用自我报告法,更便于户外环境中完成测试,同时,与其他情绪量表相比,PAD 量表能对情绪进行更精准的标注,为探讨游客情绪提供了很好的视角[14],且选用标准化问卷也便于与其他研究进行比较。

(3)满意度测量。ASQ 场景后问卷[50]反映了用户对系统可用性满意度的三个重要方面:难易度、完成时间和支持信息(支持信息在本实验中指 AR 提示,含义参考前人研究[51]),具体考察指标经 IBM 可用性专家评估,并被许多研究用于测量满意度,已经较为成熟。问卷由 3 个题目组成,为 7 点量表,1 为最满意,7 为最不满意,满意度分数为 3 题的平均分,具体题项见表 4。该问卷需要参与者在完成每个场景任务后立即填写。

3.5 实验仪器和材料

(1)仪器。使用小米 8 安卓系统手机,屏幕6.67英寸,分辨率 2340×1080 像素。软件使用 Unity3D 平台,手势识别借助 Leapmotion 设备[52]和 Manomotion 实现。

表 4 ASQ 场景后问卷

指标	测量题项
满意度	整体上,我对这个场景中完成任务的难易度是满意的
	整体上,我对这个场景中完成任务所花费的时间是满意的
	整体上,我对完成任务时的支持信息(AR 提示)是满意的

实验期间使用手机自带软件录频,软件自动记录任务完成时间,使用手机拍照辅助定位背景,确保每个参与者的视角相同。统计结果使用 SPSS 21 工具分析。

(2)AR 虚拟环境。为了排除内容对参与者的影响,除了练习环境之外,3 种正式实验环境场景相同,每种实验环境包含 1 种交互方式,场景中设置有 1 个饼状菜单[5],避免对象密度和可见性对可用性的影响,目标按钮在四个固定位置随机出现,从而避免参与者对菜单的空间位置进行记忆,见图 3。

3.6 实验环境与地点

实验地点选择无锡宝界山林公园景区观景台,从此地观察到的周围天空、自然景观轮廓清晰可辨,具有代表性。实验时间为晴朗天气的上午 8-10 点与下午 3-5 点,能保证实验过程中光照、天气条件一致,避免因光照条件不足导致 AR 手机屏幕难以看清,以及户外天气对设备产生影响。

4 研究结果

4.1 操作时长数据分析结果

对任务完成时间做描述统计(见表 5),发现操作所需时间依次为空中手势交互>基于设备交互>触摸交互,空中手势交互平均完成任务时间最长,约为 25.27 秒,其次是基于设备交互,约 6.95 秒,触摸交互最快,操作时间约为 2.48 秒。

采用双因素重复测量方差分析比较交互方式与性别对任务完成时间的影响,发现主体内交互方式对任务完成时间存在极显著差异($F=54.561$,$p=0.000<0.01$),主体间性别因素对任务完成时间差异不显著($F=.776$,$p=0.386$),交互方式与性别两因素对任务完成时间的交互作用不显著($F=0.739$,$p=0.405$)。

对 3 种交互方式做成对比较发现,触摸交互方式的完成时间显著短于空中手势交互与基于设备交互($p=0.000<0.01$);游客使用空中手势交互的任务完成时间显著长于触摸交互($p=0.000<0.01$)、基于设备交互($p=0.000<0.01$);基于设备交互的完成时间显著长于触摸交互方式($p=0.000<0.01$),且显著短于







图 3　AR 实验环境(左为目标按钮,中为弹出菜单,右为弹出景点介绍)

表 5　反应时描述统计

单位/秒

交互方式	N	均值	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间		极小值	极大值
					下限	上限		
触摸交互	30	2.477	0.777 04	0.141 87	2.186 9	2.767 2	0.84	3.98
手势交互	30	25.274 2	15.339 37	2.800 57	19.546 4	31.002	3.01	63.41
基于设备交互	30	6.949 6	3.078 71	0.562 09	5.8	8.099 2	1.67	15.89

空中手势交互(p=0.000<0.01)。其中空中手势交互的平均操作时间最长,但参与者能较好的记住并使用手势。

4.2　操作错误率数据分析结果

由屏幕录制视频可知,出错率最高为空中手势交互(63%),其次是基于设备交互(42%),触摸交互最低仅 7%。进一步对出错率做卡方检验,结果显示交互方式对任务出错率的影响差异显著(F=21.900,p=0.000<0.01),说明错误率随交互方式变化发生显著改变。性别对出错率影响不显著。分析结果如表 6 所示:

表 6　错误率卡方检验结果

因素	F 值/x^2	df	p 值
交互方式	21.9	2	0.000 ***
性别	0.2	1	0.655

注:***代表 p<0.001

4.3　情绪体验数据分析结果

情绪体验以情绪差值衡量,参与者每次完成任务前测量前测情绪值,前测值记为 P1(前测愉悦度)、A1(前测激活度)、D1(前测支配度),完成一种操作方式任务后马上后测情绪值,后测值记为 P2(后测愉悦度)、A2(后测激活度)、D2(后测支配度),该参与者的三维情绪差值采用后测情绪值减去前测情绪值方式计算,分别记为 P(愉悦度差值)、A(激活度差值)、D(支配度差值)。不同测试条件下基线与后测各情绪维度平均值和标准差见表 7。

对情绪差值做描述统计(见图 4)结果显示,用户在三种操作方式结束后均体验到高兴(+P+A+D)情绪,其中,空中手势交互的前测愉悦度最高,基于设备交互的前测激活度、支配度最高;空中手势交互的后测激活度最高,触摸交互的后测愉悦度、支配度最高。分析三种交互方式差值可得,屏幕触摸式交互会提高愉悦度(△P=0.22),且大幅提升激活度(△A=0.43)和支配度(△D=0.49);空中手势交互大幅降低愉悦度(△P=-0.29),但提升了激活度(△A=0.16),并小幅度增加支配度;基于设备交互降低了激活度(△A=-0.12),在愉悦度和支配度情绪上则波动较小。

表 7　情绪测量值描述统计

情绪维度		男			女		
		触摸交互	空中手势交互	基于设备交互	触摸交互	空中手势交互	基于设备交互
P1	均值	1.38	1.72	1.17	1.93	1.72	2.03
	标准差	1.17	1.13	1.28	1.22	1.2	1.31
A1	均值	-0.18	0.27	0.37	-0.05	0.27	0.43
	标准差	0.75	1.01	1.21	1.11	1.28	1.03
D1	均值	0.23	0.28	0.32	-0.25	-0.23	-0.05
	标准差	1.17	0.98	0.87	1.14	0.92	1.04
P2	均值	1.57	1.45	1.32	2.18	1.42	1.98
	标准差	1.37	1.47	1.09	1.29	1.69	1.2
A2	均值	0.4	0.17	0.08	0.22	0.53	0.47
	标准差	0.78	1.12	0.68	1.08	1.35	1.11
D2	均值	0.62	0.07	0.33	0.33	0.15	-0.13
	标准差	1.1	0.99	0.83	1.08	1.33	1.05
P	均值	0.12	-0.27	0.15	0.25	-0.30	-0.05
	标准差	0.71	0.75	0.79	0.7	0.92	0.6
A	均值	0.58	-0.10	-0.28	0.27	0.43	0.03
	标准差	1.22	1.24	0.91	0.98	0.95	1.32
D	均值	0.47	-0.22	0.02	0.6	0.35	-0.22
	标准差	0.88	0.66	0.62	1.04	1.39	0.89

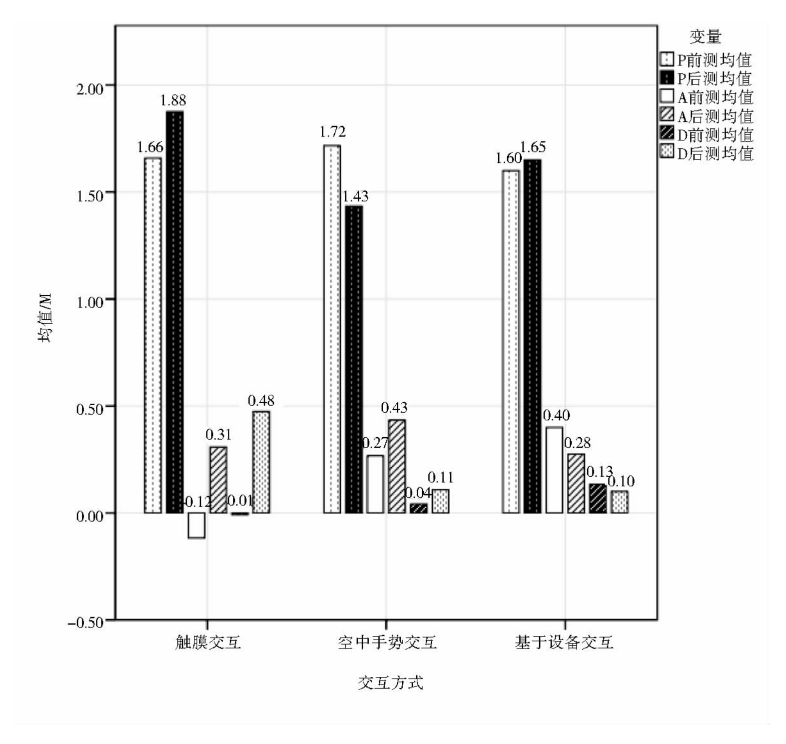


图 4　情绪体验变化数据比较

以愉悦度、激活度、支配度情绪差值数据分别做因变量，进行双因素重复测量方差分析，结果显示主体内交互方式对愉悦度主效应边缘显著（$F = 2.703, p = 0.076 < 0.1$），交互方式因素对激活度没有明显的主效应（$F = 1.846, p = 0.167$），交互方式对支配度主效应显著（$F = 4.403, p = 0.017 < 0.05$），这说明愉悦度、支配度根据交互方式的不同发生显著变化；但主体间性别因素对愉悦度（$F = 0.061, p = 0.806$）、激活度（$F = 0.561, p = 0.460$）、支配度（$F = 0.444, p = 0.511$）没有明显的主效应。交互方式与性别因素对

愉悦度(F=0.325,p=0.724)、激活度(F=1.189,p=0.312)、支配度(F=1.638,p=0.204)的交互效应不显著。

对 3 种交互方式的愉悦度、支配度分别做两两比较发现,触摸交互的愉悦度差值显著大于空中手势交互(p=0.029<0.05),其他操作方式得分有变化但均无统计学意义。基于设备交互比触摸交互的支配度差值更低(p=0.002<0.05),空中手势交互支配度差值低于触摸交互,且边缘显著(p=0.055),空中手势交互与基于设备交互差异不显著。

4.4 满意度数据分析结果

总体来说,游客对三种操作方式均较为满意,整体得分均值依次为空中手势交互>基于设备交互>触摸交互,由于 ASQ 问卷得分越低表示满意度越高,结果表明触摸交互方式被认为整体满意度最高,其次是基于设备交互,空中手势交互的满意度最低,见表 8。男性满意度整体偏高,对触摸交互的满意度最高,对空中手势交互与基于设备交互均存在极低满意度评价;女性整体满意度偏低,对空中手势交互存在极不满意评价,如表 9 所示。

表 8 不同交互方式的满意度描述统计结果

交互方式	N	均值	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间		极小值	极大值
					下限	上限		
触摸交互	30	2.166 7	1.023 67	0.186 90	1.784 4	2.548 9	1	4.33
空中手势交互	30	2.655 6	1.334 72	0.243 69	2.157 2	3.153 9	1	5
基于设备交互	30	2.311 1	1.086 08	0.198 29	1.905 6	2.716 7	1	5

表 9 不同交互方式的满意度性别差异描述统计结果

性别	交互方式	N	均值	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间		极小值	极大值
						下限	上限		
男	触摸交互	15	2.133 3	0.932 65	0.240 81	1.616 8	2.649 8	1	3.67
	空中手势交互	15	2.244 4	1.299 98	0.335 65	1.524 5	2.964 3	1	5
	基于设备交互	15	2.266 7	1.099 78	0.283 96	1.657 6	2.875 7	1	5
女	触摸交互	15	2.2	1.139 48	0.294 21	1.569	2.831	1	4.33
	空中手势交互	15	3.066 7	1.279 88	0.330 46	2.357 9	3.775 4	1	5
	基于设备交互	15	2.355 6	1.108 89	0.286 31	1.741 5	2.969 6	1	4.33

5 讨论与分析

交互行为是游客接触增强现实应用的必要媒介,游客需要通过交互操作才能创建、移动和编辑虚拟对象;分析游客的行为表现和情绪体验,可量化游客的增强现实使用体验,进而为增强现实应用设计创新提供理论指导。本研究分别从交互方式和性别两个因素上对增强现实情绪和可用性体验展开了研究,以下将实验结果依次对照研究假设进行讨论。

5.1 增强现实交互方式对游客可用性体验的影响分析

交互方式变化对可用性体验影响存在显著差异,假设 H1 成立。实验结果表明,交互方式差异对游客的任务完成时间、出错率影响显著,且对满意度有影响。完成时间最短的是触摸交互,其次是基于设备交互,空中手势交互所耗时间最长;相较于触摸交互和基于设备交互,参与者使用空中手势交互完成任务最容易出错;描述统计显示触摸交互的满意度高,基于设备交互和空中手势交互的则较低。以下从 2 个方面解释研究结果:

(1)完成选择任务时,获得舒适高效的操作体验是使用者的首要目标。首先,根据 D. E. Meyer 等提出的最优起始冲量模型[53],点击任务可分为"弹道阶段"与"修正阶段"两个阶段;比起触摸交互,手势识别技术的指尖特征点无法稳定对准按钮,导致"修正阶段"时间更长,因而总操作时间更长;第二,空中手势交互的手部疲劳问题明显[54,30],触摸交互和基于设备方式主要以手指动作为主,空中手势交互则需要用户长时间保持悬空上抬手臂的稳定性来支持手指移动,使得用户容易感到肌肉酸痛,进而难以准确控制手势动作,捏合处无法准确对准按钮,降低操作效率和主观满意度;第三,与 I. Radu 等学者的研究结果[28]相似,基于设备交互比触摸交互更慢,数据显示基于设备交互有接近一半的错误率。通过分析发现,基于设备交互可能受限于游客利用非惯用手进行微移设备及精准捕捉目标的能力。实验中所有参与者均用左手拿设备瞄准对

象,用右手点击屏幕确认;而用左手进行操作,通常难以保持手部稳定性和瞄准精确度,因此误触率更高。此外,参与者会频繁旋转手机视角以对准目标按钮,比触摸交互更易导致跟踪丢失的技术问题,从而增加了操作时间。

(2)合适的交互方式有助于游客的快速认知和学习。一方面,不同的交互操作类型占用的注意力资源有差异,空中手势交互需要使用者同时专注于移动设备和空中捏手势操作[5],这会分散注意力,同时识别屏幕上的骨骼特征点和全手模型耗费用户更多理解力;而触摸交互和基于设备交互时,参与者只需在手机二维屏幕上进行操作,用户注意力更为集中,易于理解和操作;另一方面,空中手势交互需要使用者对手部运动的三维空间进行认知,需要右手完成前后、左右、上下三维空间范围内的精准移动,否则会因为手离摄像头过近或过远而无法被识别,并增加操作时间;触摸交互仅需在手机屏幕上二维移动手指即可完成。此外,B. Kollee 等指出,比起触摸交互,用户更偏好空中手势交互[31];与本课题研究结果不符。分析原因发现,由于实验对象不同,本次实验针对国内普通游客,他们普遍对增强现实感到陌生,新手势与常见触摸屏操作之间的冲突可能阻碍了用户与新系统交互的操作直觉[55],触摸交互对用户而言熟悉度高,让大众更容易认知增强现实的行为模式,这一现象在实验后访谈中也被提及:参与者大多认为触摸交互“之前用过,很容易”,基于设备交互则被评价为“和玩过游戏中的操作很相似”、“不难又比较好玩,像是在射击”等。

5.2 增强现实交互方式对游客情绪体验的影响分析

不同交互方式对移动增强现实的用户情绪体验影响存在显著差异,假设 H2 成立。描述统计显示,用户在进行三种交互方式操作时均被诱发出高兴情绪,触摸交互对用户情绪进行诱发导致愉悦度、激活度和支配度皆呈大幅度提升,空中手势交互提升激活度并降低了愉悦度,基于设备交互降低了激活度。推论统计结论发现,用户情绪中的愉悦度和支配度受到不同交互方式的影响,变化差异显著。其中,触摸交互诱发的用户愉悦度变化显著大于空中手势交互,触摸交互诱发的情绪支配度变化显著高于基于设备交互和空中手势交互;而从对激活度的诱发效果来看,三种交互方式差异不明显。据此结果本研究可以从 4 个方面进行拓展分析:

(1)用户情绪受到不同交互操作可用性的间接影响。实证结果表明,空中手势交互的可用性较低,诱发的愉悦度也较低;触摸交互的可用性较高,操作者的愉悦度也更高;这与已有研究结论[56]相似;用户情绪前测数据表明,在正式实验前,空中手势交互诱发的用户愉悦度最高,说明参与者对此类交互存在高期待与兴趣;然而在使用中感受到低可用性后,用户会因为自身认知与行为不一致而感到心理失衡[57],降低了积极情绪;此外,高可用性交互方式诱发更强的支配度,比起基于设备或空中手势交互,触摸交互更简单易操作,让使用者有较好的任务应对能力和控制感,因而显著提升了情绪的支配度指标。

(2)诱发中等激活度的交互方式有助于提升愉悦度。已有研究指出,相较于手机设备上的触摸交互或基于设备交互,空中手势交互能为用户带来更多乐趣[22],然而本实验数据表明,空中手势交互诱发的愉悦度整体呈下降趋势,后测愉悦度远低于触摸交互,但却伴随着激活度提高。探讨其原因,W. Wundt 与 D. E. Berlyne 的理论[58]指出刺激强度与愉悦度呈倒 U 型曲线关系,中等强度的刺激能引起最佳激活水平,更令人愉悦。已有空中手势交互实验仅测量了指尖跟踪形式,相对比较简单;而本实验选择捏手势动作与全手骨骼信息虚拟呈现相匹配,丰富的交互行为和虚拟信息引发的激活程度可能超过了最佳临界点,因而降低了愉悦度,这一现象与外观复杂度对情绪的影响作用类似[59]。

(3)练习阶段对正式测试中的情绪测量有影响,会降低游客的情绪激活度波动。本研究结果表明,不同交互方式诱发的情绪激活度没有较大差别。已有研究指出,较高的新颖性与高的游客情绪激活相关[60]。在本课题研究中,参与者在练习阶段对三种交互方式进行熟悉,无疑会增加游客对结果的可预测性,交互方式对用户而言的新颖性差异在这个阶段之后会降低,导致激活度变化水平差异小。

(4)情绪受到交互方式的私密性程度影响。户外研究表明,在有旁观者的情况下,用户使用手势操作时会感到不适[61];服务体验类研究也指出,消费者犯错、不自然行为会引起尴尬等负面情绪[62]。本研究证实了这一结论。与接触交互不同,空中手势交互动作幅度较大,使用时私密性更弱,因此用户的情绪愉悦度指标普遍较低,可见操作者情绪变化可能更受景区公共环境影响。

5.3 性别对游客可用性体验、情绪体验的影响

描述统计显示，在满意度上男性比女性更满意；推论统计显示，男女在使用不同交互方式完成任务时的反应时、错误率与情绪主观评价均无显著差异，且不同性别在三种交互方式上的用户体验没有交互作用。这说明在三种交互方式下，男性和女性的可用性和情绪体验大致相同。

性别差异对可用性体验的影响不存在显著差异，假设 H4 不成立。分析原因主要有以下几点：第一，性别差异并不源于实际使用能力差别，性别差异往往是由情境决定的，其中，任务方式起着关键作用[63]，即使本研究基于增强现实新技术，但如果任务方式并不明显与男性相关（例如中性化的互动动作、情景环境和视觉效果），仍会导致男女之间的任务绩效相似，这一结果与性别对互动时间[64]和可用性[65]影响较小的多个研究结论相似；第二，实验观察记录了一些参与者在使用时会误触屏幕右下方，或是手势误识别，这会引入反应时和错误率误差，进而拉大组内差异并缩小组间差异；第三，男女在执行空间任务时有较大差异，但由于性别差异只会在需要较强空间能力的“不利”条件下才会出现[66]，可能是因为本研究任务难度不高，因此不足以显现不同性别的空间能力差异，这与之前增强现实空间研究[67]结论相似。

性别差异对情绪体验的影响不存在显著差异，性别与交互方式不存在显著交互效应，假设 H5、H6 不成立。分析原因有以下几点：首先，本研究与已有公共场合增强现实研究结论一致，不论使用者性别如何，适宜的环境能增加增强现实使用者的安全感、舒适感并减少其恐惧感[23]，由于自然景观有助缓解焦虑使人趋向平静，本实验选择的旅游景区环境舒适，因此导致情绪差异不突显；其次，个体自我效能影响情绪，男女自我效能一般被认为有差异[39]，但因为本实验中随机招募的大多是对增强现实感兴趣的参与者，而那些技术自我效能感低的参与者并不想参与测试，因此缩小了性别差异；最后，由于参与者在面对陌生人时倾向于抑制情绪表达，因此也有可能因为这一点导致实验误差。

5.4 移动增强现实中游客的接触式交互体验优于非接触式交互

移动增强现实中游客的接触式交互体验优于非接触式交互体验，假设 H3 不成立。已有研究指出，比起二维触摸操作需要映射互动，空中手势交互提供了一种更自然和直观的控制手段[68]。但在本实验中，基于接触式的两种交互方式在可用性和情绪体验上皆优于非接触式交互。分析原因可知，触摸交互和基于设备交互方式均基于屏幕载体，与屏幕表面的互动能让用户感受到细微的触觉反馈[32]，这让用户很容易针对任务要求微调手指和细化动作，因此可用性高，情绪体验更好；而非接触式交互不需要点击屏幕，当用户进行手势操作时得不到触觉反馈，因此主要依赖视觉信息指示进行动作调整，难度较高，同时影响了情绪体验。

该结论表明，接触式交互客观上受到触摸平面属性的约束，但具有更高的有效性和精准度，使用者熟悉感高，有助于使用者对之前交互方式的知识迁移，增强控制感，并提升积极情绪水平；非接触式空中手势交互具有高享乐水平，有更大的空间和动作自由度，但使用者感到更陌生，需要用户具备良好的运动与视觉关联的能力[26]，当点击目标较小时，需要承担更多肢体负荷，占用较多认知资源，导致可用性问题，这也较大程度影响了情绪反应。

5.5 设计建议

综合实验数据和观察，可以通过以下途径提升旅游增强现实应用的用户体验：

（1）减少游客对交互方式的学习成本和认知负荷。对于旅游应用而言，运用有趣的交互操作是吸引游客尝鲜和好奇心的方式，但考虑到游客普遍在操作中遇到问题，如反馈信息复杂、注意力负担大、短期无法理解空间关系和知识经验不匹配等，需要最大程度减少游客操作的学习成本，具体方式包括：①利用游客已有的知识和技能，借鉴目前游客普遍接受的触摸式交互的行为和认知模式，改进交互方式，针对性减少游客面临陌生交互方式时的转换成本。②利用多感官优势，将非接触式交互行为结合丰富的触觉、视觉或听觉反馈，提供操作方式反馈，尤其在极易出错点给予及时帮助，防止混淆误触。③针对景区场景特定任务性质面向游客重新调整交互操作，定制化、针对性的交互方式更有益于良好的可用性和情绪体验。

（2）使用简洁高效的交互方式。对于游客而言，触摸交互可用性更好，也能诱发较强积极情绪。由于可用性间接影响着情绪体验，因此在旅游增强现实应用中，提升交互方式可用性，便于游客灵活控制，尽量减少不必要的交互步骤，降低用户出错几率，减轻肢体疲劳，在保证功能性输入的前提下，诱发游客更积极的

情绪体验。

(3)给予产品小而精妙的微创新交互支持。由于交互方式诱发适中的激活度,能保持最佳愉悦度水平,建议在现有交互模式的基础上,设计微创新交互,让主体恰好得到完全激活,有助于用户获得较好的情绪体验;此外,对私密性弱的手势交互方式设计微妙的手势动作,缩小操作范围,提供快速调整交互方式的功能,及时缓解公共场合不适情绪。

6 结论

本研究探讨触摸交互、空中手势交互和基于设备交互共 3 种交互方式下,不同性别游客完成移动增强现实对象选择任务的情况,实验结果发现:增强现实交互方式对游客可用性体验影响存在显著差异,触摸交互的可用性显著优于基于设备交互和空中手势交互;增强现实交互方式对游客情绪体验影响存在显著差异,触摸交互诱发愉悦度显著高于空中手势交互,同时触摸交互诱发支配度变化显著高于基于设备交互和空中手势交互;不同性别的游客在可用性和情绪体验上差异不大;接触式交互的用户体验优于非接触式交互。

本研究的理论意义在于:①丰富了增强现实人机交互相关研究结果。已有交互方式研究主要集中于不同人机交互方式的可用性探讨,未涉及增强现实中接触和非接触式交互的实证对比,并忽视了对用户内在情绪反应的量化研究。本研究指出增强现实中交互方式差异会直接影响用户体验,对增强现实人机交互领域相关研究具有补充和扩展作用。②丰富了用户情绪体验相关研究结果。目前的研究多使用图片、文字和界面等材料进行用户情绪体验研究,使用交互方式作为情绪刺激源的研究较少。本研究结果对用户情绪体验定量化研究具有一定的参考意义,也为产品交互设计的情绪诱发研究提供理论依据。

本研究具有实践意义,根据实验研究结果和设计建议,设计师可以针对不同场景和目标,提供合理形式的交互方式,从而提高游客的增强现实用户体验,为后续移动增强现实产品设计提供研究支撑和相关意见。

本研究仍存在一定的局限性:①研究结论受到游客招募方式限制,在实验对象上有局限性,尤其是不同年龄段实验群体的认知和偏好存在差别,会导致不同交互方式的体验有差异。可以在进一步研究中保证样本间不同实验对象的年龄、学历均等,有助提高研究结果的准确性;②实验仅考察了对象选择任务,而在不同类型的操作任务下用户的反应会有区别。后续研究中可以采用符合旅游场景实际需求的多种任务类型,并结合多点触摸和语音输入等多样交互方式,探寻不同任务条件下的用户体验因素;③情绪测量采用自我报告方式,偏重对情绪的实验后评估,与操作期间实时情绪体验有一定差别。后续研究可以结合生理测量手段同步评估用户使用过程中的情绪体验,以提高结果的普适性。

参考文献:

[1] 王晰巍,刘宇桐,王铎,等. 增强现实环境下用户信息行为国际研究动态及趋势分析[J]. 图书情报工作,2020,64(5):4 - 11.

[2] LV M,WANG L,YAN K. Research on cultural tourism experience design based on augmented reality[C]//International conference on human-computer interaction. Cham:Springer,2020:172 - 183.

[3] 张美,章立. 面向旅游体验的 AR 交互模式应用研究[J]. 包装工程,2019,40(2):191 - 195.

[4] 梁欢,陈一民,李德旭,等. 面向移动增强现实的手势交互方法[J]. 微型电脑应用,2018,34(5):9 - 13.

[5] HÜRST W,WEZEL C V. Gesture-based interaction via finger tracking for mobile augmented reality[J]. Multimedia tools and applications, 2013, 62(1): 233 - 258.

[6] ZHOU F, DUH H B L, BILLINGHURST M. Trends in augmented reality tracking, interaction and display: a review of ten years of ISMAR[C]//2008 7th IEEE/ACM International symposium on mixed and augmented reality. Piscataway:IEEE, 2008: 193 - 202.

[7] BILLINGHURST M,CLARK A,LEE G. A survey of augmented reality[J]. Foundations and trends in human-computer interaction. 2015,8(2/3):165 - 178.

[8] KO S M,CHANG W S, JI Y G. Usability principles for augmented reality applications in a smartphone environment[J]. International journal of human-computer interaction, 2013, 29(8): 501 - 515.

[9] DÜNSER A,GRASSET R,SEICHTER H,et al. Applying HCI principles to AR systems design[C]// 2nd international workshop at the IEEE virtual reality 2007 conference. Christchurch:University of Canterbury,2007:37 - 42.

[10] APPLE. Human interface guidelines[EB/OL]. [2020 - 12 - 14]. https://developer. apple. com/design/human-interface-guidelines/ios/system-capabilities/augmented-reality.

[11] GOOGLE. Augmented reality design guidelines[EB/OL]. [2020 - 12 - 14]. https://developers. google. com/ar/develop/developer-guides/design-guidelines.

[12] KOUROUTHANASSIS P, BOLETSIS C, BARDAKI C,et al. Tourists responses to mobile augmented reality travel guides: the role of emotions on adoption behavior[J]. Pervasive and mobile computing, 2015, 18: 71 - 87.

[13] 刘鲁川,孙凯. 社会化媒体用户的情感体验与满意度关系——以微博为例[J]. 中国图书馆学报,2015,41(1):76 - 91.

[14] 方微,周波,沈旭炜. 智慧旅游背景下游客对移动增强现实技术

使用意愿研究——基于技术接受和 PAD 理论的整合模型[J]. 浙江树人大学学报(人文社会科学),2017,17(3):37 –45.

[15] STANGL B, UKPABI D C, PARK S. Augmented reality applications: the impact of usability and emotional perceptions on tourists' app experiences[C]//Information and communication technologies in tourism 2020. Cham:Springer,2020: 181 – 191.

[16] SHUKRI S A I A, ARSHAD H, ABIDIN R Z. Mobile augmented reality system design guidelines based on tourist's emotional state [J]. Journal of telecommunication, electronic and computer engineering,2017,9(2 – 12):75 – 79.

[17] DIRIN A, ALAMÄKI A, SUOMALA J. Gender differences in perceptions of conventional video, virtual reality and augmented reality [EB/OL]. [2021 – 03 – 22]. https://www.learntechlib.org/p/216491/.

[18] IBILI E, BILLINGHURST M. Assessing the relationship between cognitive load and the usability of a mobile augmented reality tutorial system: a study of gender effects[J]. International journal of assessment tools in education, 2019, 6(3): 378 – 395.

[19] WILSON E, LITTLE D E. The solo female travel experience: exploring the 'geography of women's fear'[J]. Current issues in tourism, 2008, 11(2): 167 – 186.

[20] JIN X, WHITSON R. Young women and public leisure spaces in contemporary Beijing: recreating (with) gender, tradition, and place[J]. Social & cultural geography, 2014, 15(4): 449 – 469.

[21] POTTS R, YEE L. Pokémon Go-ing or staying: exploring the effect of age and gender on augmented reality game player experiences in public spaces[J]. Journal of urban design, 2019, 24(6): 878 – 895.

[22] KREVELEN D W F V, POELMAN R. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations [J]. International journal of virtual reality, 2010, 9(2): 1 – 20.

[23] GOH E S, SUNAR M S, ISMAIL A W. 3D object manipulation techniques in handheld mobile augmented reality interface: a review[J/OL]. IEEE Access, 2019, 7: 40581 – 40601. [2020 – 12 – 14]. https://ieeexplore.ieee.org/document/8672062? denied =.

[24] 刘杰,黄进,田丰,等. 连续交互空间下的混合手势交互模型[J]. 软件学报,2017,28(8):2080 – 2095.

[25] YUSOF C S, BAI H, BILLINGHURST M, et al. A review of 3D gesture interaction for handheld augmented reality[J]. Jurnal teknologi, 2015, 78(2 – 2):15 – 20.

[26] JAKOBSEN M R, JANSEN Y, BORING S, et al. Should I stay or should I go? Selecting between touch and mid-air gestures for large-display interaction[C]//IFIP conference on human-computer interaction. Cham:Springer,2015:455 – 473.

[27] LI N, DUH H B L. Cognitive issues in mobile augmented reality: an embodied perspective. Human factors in augmented reality environments[C]//Human factors in augmented reality environments. New York:Springer, 2013:109 – 135.

[28] RADU I, MACINTYRE B, LOURENCO S. Comparing children's crosshair and finger interactions in handheld augmented reality: relationships between usability and child development[C]// Proceedings of the the 15th international conference on interaction design and children. New York:Association for computing machinery,2016:288 – 298.

[29] BAI H. Mobile augmented reality: free-hand gesture-based interaction[D]. New Zealand:University of Canterbury,2016.

[30] BEURDEN M H P H V, IJSSELSTEIJN W A, KORT Y A W D. User experience of gesture based interfaces: a comparison with traditional interaction methods on pragmatic and hedonic qualities [C]//International gesture workshop. Berlin:Springer,2011: 36 – 47.

[31] KOLLEE B, KRATZ S, DUNNIGAN A. Exploring gestural interaction in smart spaces using head mounted devices with ego-centric sensing[C]//Proceedings of the 2nd ACM symposium on spatial user interaction. New York: Association for computing machinery, 2014:40 – 49.

[32] O'HARA K, HARPER R, MENTIS H, et al. On the naturalness of touchless: putting the "interaction" back into NUI[J]. ACM transactions on computer-human interaction, 2013, 20(1): 1 – 25.

[33] BRANCATI N, CAGGIANESE G, PIETRO G D, et al. Usability evaluation of a wearable augmented reality system for the enjoyment of the cultural heritage[C]// 2015 11th international conference on signal-image technology & internet-based systems. Piscataway: IEEE, 2015:768 – 774.

[34] ZHANG Y, OU B, DING Q, et al. Touch behavior analysis for large screen smartphones[C]//Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting. Los Angeles: SAGE, 2015:1433 – 1437.

[35] 朱永蘅. 2015 年江苏成年男女相关人体尺寸调查及分析[J]. 温州大学学报(社会科学版),2016,29(3):84 – 89.

[36] FENG J, SPENCE I, PRATT J. Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition[J]. Psychological science, 2007, 18(10): 850 – 855.

[37] SUMA E A, FINKELSTEIN S L, CLARK S, et al. Effects of travel technique and gender on a divided attention task in a virtual environment[C]//2010 IEEE symposium on 3D user interfaces. Piscataway:IEEE, 2010:27 – 34.

[38] ONG C S, LAI J Y. Gender differences in perceptions and relationships among dominants of e-learning acceptance[J]. Computers in human behavior, 2006, 22(5): 816 – 829.

[39] 李融,张宏亮. 关于计算机自我效能感测量的研究综述[J]. 赤峰学院学报(自然科学版),2015,31(5):125 – 127.

[40] FERREIRA D J, MELO T F N, NOGUEIRA T D C. Unveiling usability and UX relationships for different gender, user's habits and contexts of use[J]. Journal of web engineering, 2020,19(5/6): 799 – 817.

[41] 李飞,卢盛华. 情绪体验的性别差异及其成因[J]. 社会心理科学,2014,29(2):40 - 43.

[42] 宿爱云,胡小海,陈晓雪. 旅游消费行为中的性别差异研究——以来常州旅游者为例[J]. 四川旅游学院学报,2016(5):54 - 58,69.

[43] LOOSER J,BILLINGHURST M,GRASSET R,et al. An evaluation of virtual lenses for object selection in augmented reality[C]//Proceedings of the 5th international conference on computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia. New York:Association for Computing Machinery. 2007:203 - 210.

[44] 白露,马慧,黄宇霞,等. 中国情绪图片系统的编制——在 46 名中国大学生中的试用[J]. 中国心理卫生杂志,2005,19(11):719 - 722.

[45] BEVAN N,CARTER J,EARTHY J,et al. New ISO standards for usability,usability reports and usability measures[C]//International conference on human-computer interaction. Berlin: Springer, 2016:268 - 278.

[46] 林一,陈靖,周琪,等. 移动增强现实浏览器的信息可视化和交互式设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2015,27(02):320 - 329.

[47] FIORINO D, COLLOTTA M, FERRERO R. Usability evaluation of touch gestures for mobile augmented reality applications[J]. Journal of wireless mobile networks, ubiquitous computing, and dependable applications, 2019, 10(2): 22 - 36.

[48] WILSON C. User experience re-mastered: your guide to getting the right design[M]. Burlington: Morgan Kaufmann. 2009:11 - 13.

[49] 李晓明,傅小兰,邓国峰. 中文简化版 PAD 情绪量表在京大学生中的初步试用[J]. 中国心理卫生杂志,2008,22(05):327 - 329.

[50] SAURO J, LEWIS J R. 用户体验度量:量化用户体验的统计学方法[M]. 北京:机械工业出版社, 2014:192 - 193.

[51] BAZZANO F,GENTILINI F,LAMBERTI F,et al. Immersive virtual reality-based simulation to support the design of natural human-robot interfaces for service robotic applications[C]//International conference on augmented reality, virtual reality and computer graphics. Cham:Springer,2016:33 - 51.

[52] QIAN J, MA J, LI X,et al. Portal-ble: intuitive free-hand manipulation in unbounded smartphone-based augmented reality[C]//Proceedings of the 32nd annual ACM symposium on user interface software and technology. New York:Association for Computing Machinery. 2019:133 - 145.

[53] MEYER D E, ABRAMS R A, KORNBLUM S,et al. Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements [J]. Psychological review, 1988, 95(3): 340 - 370.

[54] 梁卓锐,徐向民. 面向视觉空中手势交互的映射关系自适应调整[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2014,42(8):52 - 57.

[55] INGRAM A, WANG X, RIBARSKY W. Towards the establishment of a framework for intuitive multi-touch interaction design[C]//Proceedings of the international working conference on advanced visual interfaces. New York:Association for Computing Machinery. 2012:66 - 73.

[56] 杭璐,陈嬿,王嘉琪. 搜索输入方式与性别差异对儿童信息搜索体验的影响研究[J]. 图书情报工作,2020,64(19):109 - 118.

[57] 杨玉婷. 情绪、情感的动机作用与期待情绪[J]. 社会心理科学, 2015,30(175): 3 - 5.

[58] BERLYNE D E. Ends and means of experimental aesthetics[J]. Canadian journal of psychology, 1972, 26(4): 303 - 325.

[59] VITZ P C. Preference for different amounts of visual complexity [J]. Behavioral science, 1966, 11(2): 105 - 114.

[60] MA J, GAO J, SCOTT N, et al. Customer delight from theme park experiences: the antecedents of delight based on cognitive appraisal theory[J]. Annals of tourism research, 2013(42): 359 - 381.

[61] WILLIAMSON J R, BREWSTER S, VENNELAKANTI R. Mo! Games: evaluating mobile gestures in the wild[C]//. Proceedings of the 15th ACM on international conference on multimodal interaction. New York:Association for Computing Machinery 2013:173 - 180.

[62] GRACE D. How embarrassing! An exploratory study of critical incidents including affective reactions[J]. Journal of service research, 2007, 9(3): 271 - 284.

[63] DEAUX K. From individual differences to social categories: Analysis of a decade's research on gender[J]. American psychologist, 1984, 39(2): 105 - 116.

[64] 侯冠华,王李莹,徐冰. 书籍互动体验设计对学龄前儿童阅读的影响[J]. 国家图书馆学刊,2019,28(4):32 - 41.

[65] BILLESTRUP J, BRUUN A,STAGE J. Usability problems experienced by different groups of skilled internet users: gender, age, and background[C]//Human-centered and error-resilient systems development. Cham:Springer,2016:45 - 55.

[66] PICCARDI L, RISETTI M, NORI R, et al. Perspective changing in primary and secondary learning: a gender difference study[J]. Learning and individual differences, 2011, 21(1): 114 - 118.

[67] MUNOZ-MONTOYA F, FIDALGO C, JUAN M C,et al. Memory for object location in augmented reality: the role of gender and the relationship among spatial and anxiety outcomes[J]. Frontiers in human neuroscience, 2019, 13: 113.

[68] KOPINSKI T,HANDMANN U. Touchless interaction for future mobile applications[C]//2016 International conference on computing, networking and communications. Piscataway:IEEE, 2016: 1 - 6.

作者贡献说明:

王嘉琪:负责资料收集、研究框架搭建、数据处理、论文撰写;

陈嬿:负责论文主题选取、论文修改;

杭璐:负责实验组织、资料收集。

Research on the Influence of Interaction Mode and Gender on Mobile Augmented Reality User Experience in Tourism Scene

Wang Jiaqi Chen Yan Hang Lu
School of design, Jiangnan University, Wuxi 214122

Abstract: [Purpose/significance] By analyzing the effects of interaction mode and gender difference on the emotional experience and usability of tourists using mobile AR travel applications products, this paper provides the guidelines for travel augmented reality application design optimization. [Method/process] Combined outdoor experimental research with qualitative interview, tourists were invited to complete the object selection task by three common interaction mode: touch-based interaction, mid-air gestures-based interaction and device-based interaction. Investigating the male and female participants' usability evaluation and PAD emotional experience. [Result/conclusion] In mobile AR devices, interaction mode has a significant impact on usability and emotional experience. Touch-based Interaction has the best usability experience, and it elicits strongest pleasure and dominance emotions. Mid-air gestures-based interaction exhibited the highest degree of arousal. Touch interaction is more suitable for tourists' usability and emotional experience needs. There is no significant gender difference between male and female tourists in the usability and emotional experience level.

Keywords: mobile augmented reality interaction mode emotional experience usability emotional measurement

《图书情报工作》2021 年选题指南

1. 后疫情时代学术信息交流模式的改变与影响▲
2. 图书馆“十四五”规划与 2035 远景目标▲
3. 关键核心技术重大突破情报监测与识别理论与方法▲
4. 服务于创新驱动发展战略的图书情报工作研究▲
5. 国家文献信息资源保障体系融合发展与服务创新▲
6. 当前国际形势下国家文献资源保障策略研究▲
7. 面向实体清单机构的信息资源封锁与反封锁研究▲
8. 情报学视角下的公共信息安全▲
9. 智能情报分析技术与平台建设▲
10. 重大公共卫生事件智库建设与开放数据治理▲
11. 新技术、新方法在政府数据开放中的应用
12. 面向用户认知的政府开放数据管理与服务
13. 政务社交媒体知识发现理论及方法
14. 公共文化服务体系建设中图书馆学基础理论建构
15. 公共文化数字资源服务策略研究
16. 高校图书馆公共文化体系建设研究
17. 图书馆文化传承与传播服务
18. 图书馆高质量发展的目标与关键问题
19. 图书馆总体安全与高质量发展研究
20. 应急管理的情报协同机制设计
21. 健康信息行为和个人健康信息管理
22. 重大应急响应事件中的信息组织与管理▲
23. 面向公共卫生应急管理的公众健康信息素养培育▲
24. 国家情报工作制度创新研究▲
25. 不同情境下数据管理与利用
26. 开放科学数据、数据安全与个人信息保护
27. 数据识别、情报监测与公共舆情科学预警
28. 知识产权信息开放利用机制
29. 知识产权信息服务能力与策略
30. 公共危机治理政策与策略▲
31. 政府数字资源长期保存
32. 新一代元数据研究
33. 智慧图书馆标准与规范研究▲
34. 智慧图书馆平台/第三代图书馆系统平台建设▲
35. 数字图书馆的扩展/增强现实技术应用研究
36. 全球学习工具互操作性(LTI)开放标准研究
37. 数字包容与图书情报服务
38. 科研评价改革与创新
39. 公共数字文化资源知识图谱构建与应用
40. 云服务支撑下下一代数字学术环境研究
41. 新《档案法》与档案治理研究
42. 图书情报与档案管理视野下数字人文与新文科建设
43. 新文科建设背景下的图情档学科发展
44. 数字人文实践中图情档的定位和价值
45. 数字人文视域下的特藏技术应用
46. 新文科与数字人文背景下的图书馆服务创新
47. 图情档学科数字转型研究
48. 图书馆学、情报学、档案学专业教育的现状与未来
49. 重新审视图书馆学、情报学、档案学研究方法
50. 图书情报与档案管理核心能力构建

《图书情报工作》杂志社
2020 年 12 月 12 日